

51

Int. Cl. 2:

C 01 B 5/02

B 01 D 59/32

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DE 29 39 223 A 1

11

Offenlegungsschrift 29 39 223

21

Aktenzeichen:

P 29 39 223.2-41

22

Anmeldetag:

27. 9. 79

23

Offenlegungstag:

3. 4. 80

24

Unionspriorität:

22 23 21

27. 9. 78 Japan P 118815-78

54

Bezeichnung:

Mehrstufige Wasserstoff/Wasser-Isotopenaustauschersäule

71

Anmelder:

Rikagaku Kenkyusho, Wako, Saitama;
Doryokuro Kakunenryo Kaihatsu Jigyodan, Tokio (Japan)

74

Vertreter:

Vossius, V., Dipl.-Chem. Dr.rer. nat.; Vossius, D., Dipl.-Chem.;
Hiltl, E., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Tauchner, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Heunemann, D., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;
Rauh, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Erfinder:

Nakane, Ryohei; Isomura, Shohei; Shimizu, Masami; Tokio

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

DE 29 39 223 A 1

5 u.Z.: P 332 (PT/kä)
Case: OP 79101-03

27. Sep. 1979

RIKAGAKU KENKYUSHO,
Wako, Japan

10 und

DORYOKURO KAKUNENRYO KAIATSU JIGYODAN,
Tokyo, Japan

15 " Mehrstufige Wasserstoff/Wasser-Isotopenaustauschersäule "

Priorität: 27. September 1978, Japan, Nr. 118 815/1978

20 P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Mehrstufige Wasserstoff/Wasser-Isotopenaustauscher-
säule, enthaltend in jeder Stufe

25 (a) einen Wasserdampf/Wasser-Kontaktboden durch den Was-
ser mit einer derart langsamen Geschwindigkeit fließt,
daß das absteigende Wasser mit dem aufsteigenden Was-
serdampf während einer längeren Zeitdauer in Kontakt
ist,

30 (b) einen Boden mit hydrophobem Katalysator zur Förderung
der Isotopenaustauschreaktion zwischen dem Wasserdampf
und dem Wasserstoffgas, der getrennt von und unterhalb
des darüberliegenden Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens
angeordnet ist,

35 (c) eine Einrichtung zum Aufsammeln des aus dem darüberlie-
genden Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens abtropfenden
Wassers und Durchleiten des Wassers in einem Wasser-

1 durchflußkanal, der durch den darunterliegenden Katalysatorboden läuft, und zum Versprühen des Wassers auf die Oberfläche des Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens der nächstniedrigen Stufe.

5

2. Isotopenaustauschersäule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (c)

(aa) einen perforierten Konus enthält, der sich zur Unterseite des darüberliegenden Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens der nächsthöheren Stufe öffnet,

10

(bb) einen über der Oberseite des darunterliegenden Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens der nächsttieferen Stufe angeordneten und dessen Oberfläche voll abdeckenden Wasserverteiler aufweist, und

15 (cc) einen durch den Katalysatorboden laufenden, den perforierten Konus mit dem Wasserverteiler verbindenden Wasserdurchflußkanal enthält.

3. Isotopenaustauschersäule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (c)

20

(aa) eine Fraktionierbodenglockenebene enthält, die über der Oberseite des Katalysatorbodens angebracht ist,

(bb) einen über der Oberseite des Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens der nächsttieferen Stufe angeordneten und dessen Oberfläche abdeckenden Wasserverteiler aufweist, und

25

(cc) einen durch den Katalysatorboden laufenden, die Fraktionierbodenglockenebene mit dem Wasserverteiler verbindende Wasserdurchflußkanal enthält.

30 4. Isotopenaustauschersäule nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserdampf/Wasser-Kontaktboden eine dicht gepreßte feine Netzwerkstruktur aufweist.

35

1
5 Die Erfindung betrifft den in den Ansprüchen gekennzeichneten Gegenstand.

Die erfindungsgemäßen Isotopenaustauschersäulen eignen sich zur Herstellung von schwerem Wasser. Sie enthalten in jeder
10 Stufe einen darüberliegenden Wasserdampf/Wasser-Kontaktboden, einen darunterliegenden Katalysatorboden und eine Einrichtung zum Aufsammeln, Abführen und Versprühen des aus dem darüberliegenden Kontaktboden abtropfenden Wassers auf die
15 Oberseite des Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens der nächsttieferen benachbarten Stufe.

Das erfindungsgemäß enthaltene Wasserdampf/Wasser-Kontaktbett hat eine dicht gepreßte feine Netzwerkstruktur und das
20 wird mittels eines Wasserdurchflußkanals durch das Katalysatorbett geleitet und wird auf die Oberfläche des Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens der nächstniederen benachbarten Stufe gesprüht. Mit dieser Anordnung der erfindungsgemäßen
25 mehrstufigen Isotopenaustauschersäule erreicht man eine sehr geringe Gasdruck-Verlustmenge und den Ausschluß von Spritzverlustendes Wassers, die üblicherweise bei der Erhöhung der Fließgeschwindigkeit des Wasserstoffgases auftreten würden.

Die Erfindung betrifft somit eine Vorrichtung zur Anreicherung
30 von Wasserstoffisotopen unter Verwendung eines hydrophoben Katalysators zur Förderung der Wasserstoff/Wasserdampf-Isotopenaustauschreaktion.

Mehrstufige Wasserstoff/Wasser-Isotopenaustauschersäulen
35 zur Herstellung von schwerem Wasser sind bekannt. Sie enthalten eine Mehrzahl von Böden für den hydrophoben Katalysa-

1 tor, der den Wasserstoffgas/Wasserdampf-Isotopenaustausch
fördert. Weiterhin enthalten sie eine Mehrzahl von Wasser-
dampf/Wasser-Kontaktböden, die im wesentlichen aus quer-
laufenden Schichten von fließendem Wasser bestehen. Die Ka-
5 talysatorböden und die Wasserdampf/Wasser-Kontaktböden sind
alternierend angeordnet. Die Wasserdampf/Wasser-Kontaktböden
sind durch längslaufende Kanäle miteinander verbunden.
Figur 1 zeigt eine solche übliche Isotopenaustauschersäule,
wie sie vorstehend beschrieben wurde. Der Kolonnenturm 1 ent-
10 hält eine Mehrzahl von Stufen, die jeweils aus einem Wasser-
dampf/Wasser-Kontaktboden 3 und einem Boden mit dem hydropho-
ben Katalysator 4 bestehen. Der Kontaktboden 3 hat eine per-
forierte Bodenplatte, durch die abfließendes Wasser in quer-
laufender Richtung fließt. Das hydrophobe Katalysatorbett 4
15 besteht aus einer dicken Schicht hydrophober Teilchen, auf
die jeweils Platin abgeschieden ist. Wie ersichtlich, sind
die Wasserdampf/Wasser-Kontaktböden und die Katalysatorböden
3 und 4 alternativ angeordnet und oberhalb und unterhalb
eines jeden Katalysatorbetts sind zwei Wasserdampf/Wasser-
20 Kontaktböden angeordnet, die durch eine Überlaufleitung 6,
die sich an der Innenwand der Säule befindet, miteinander
verbunden sind.

Wenn die Säule in Betrieb ist, wird Wasserstoffgas, das ein
25 Wasserstoffisotop, z.B. Deuterium, enthält, an der Unter-
seite der Kolonne eingespeist, wohingegen Wasser am Kolon-
nenkopf zugegeben wird. Dadurch fließt das Wasser von Stufe
zu Stufe über die verbundenen Überlaufleitungen herab und
kommt mit dem aufsteigenden Wasserdampf in jedem der Wasser-
30 dampf/Wasser-Kontaktböden in Verbindung. Wenn Wasserstoffgas
die einzelnen Kontaktböden passiert, führt es Wasser in Form
von Wasserdampf mit. Das Gemisch aus Wasserstoffgas und Was-
serdampf steigt auf und passiert nacheinander die mit dem
hydrophoben Katalysator beschickten Böden. Dabei wird
35 Deuterium aus dem Wasserstoffgas in den benachbarten Wasser-
dampf übergeführt, und der auf diese Weise mit Deuterium an-
gereicherte und durch das Wasserstoffgas mitgeführte Wasser-

1 dampf kommt mit dem Wasser in jedem der Wasserdampf/Wasser-
Kontaktböden in Berührung. Dabei wird das Wasser ebenfalls
mit Deuterium angereichert. Auf diese Weise wird das ab-
fließende Wasser von Stufe zu Stufe stärker mit Deuterium
5 angereichert.

Mit der vorstehend geschilderten Anordnung bewirkt ein An-
steigen der Fließgeschwindigkeit des Wasserstoffgases not-
wendigerweise auch ein Ansteigen der Bildungsgeschwindigkeit
10 von schwerem Wasser. Ein Ansteigen der Oberflächengeschwin-
digkeit des Wasserstoffgases bewirkt jedoch auch ein zu star-
kes Blasen und Verspritzen des Wassers von den Bodenplatten 3,
so daß die Säule auf diese Weise nicht betrieben werden kann.
Es ist weiterhin von Nachteil, daß hierbei ein verhältnismäßig
15 großer Druckverlust quer durch jeden Wasserdampf/Wasser-
Kontaktboden bewirkt wird. Aus den vorstehenden Gründen sinkt,
sofern das Wasser auf den perforierten Bodenplatten 2 auf
einer genügend niedrigen Stufe gehalten wird, damit ein ver-
nachlässigbar kleiner Druckverlust erfolgt, die Effizienz
20 des Wasserdampf/Wasser-Kontakts und damit sinkt die
Effizienz des Deuterium-Transports entsprechend. Wenn man
andererseits im Hinblick auf die Verbesserung des Wirkungs-
grades der Isotopenaustauschreaktion des Wasserstoffgasstroms
Katalysatorteilchen von kleiner Größe einsetzt, wird das Ka-
25 talysatorbett verstopft. In diesem Falle würde das aus den
darüberliegenden perforierten Platten herabtropfende Wasser
das verstopfte Katalysatorbett überfluten. Aus diesen Grün-
den ist ein Anstieg bei der Herstellungsgeschwindigkeit von
schwerem Wasser nach dem herkömmlichen Verfahren beschränkt.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mehrstufige
Wasserdampf/Wasser-Isotopenaustauschersäule zu schaffen, bei
der die Herstellungsgeschwindigkeit von schwerem Wasser bei
gegebenem Umfang der Anlage erhöht ist. Diese Aufgabe wird
35 durch die erfindungsgemäße mehrstufige Isotopenaustauscher-
säule gelöst. Sie enthält in jeder Stufe einen Wasserdampf/

- 1 Wasser-Kontaktboden, durch den das Wasser mit einer derart
langsamen Geschwindigkeit fließt, daß das absteigende Wasser
mit dem aufsteigenden Wasserdampf während einer verlängerten
Zeitdauer in Kontakt ist. Die erfindungsgemäße Isotopenaus-
5 tauschersäule weist ferner in jeder Stufe einen Boden mit
einem hydrophoben Katalysator zur Förderung der Isotopenaus-
tauschreaktion zwischen dem Wasserdampf und dem Wasserstoff-
gas auf, der getrennt von und unterhalb des darüberliegenden
Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens angeordnet ist. Schließlich
10 enthält die erfindungsgemäße Isotopenaustauschersäule eine
Einrichtung zum Aufsammeln, Durchleiten und Versprühen von
Wasser, die aus einem Behälter zum Aufsammeln des aus dem
darüberliegenden Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens abtropfen-
den Wassers, einem Wasserdurchflußkanal, der durch den dar-
15 unterliegenden Katalysatorboden läuft und einer Sprüheinrich-
tung zum Versprühen des Wassers auf die Oberfläche des
darunterliegenden Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens der nächst-
niedrigen benachbarten Stufe besteht.
- 20 Figur 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung.
Die mehrstufige Austauschersäule 21 enthält in jeder Stufe
einen Wasserdampf/Wasser-Kontaktboden 22, durch den Wasser
mit einer derart langsamen Geschwindigkeit fließt, daß das
absteigende Wasser mit dem aufsteigenden Wasserdampf während
25 einer längeren Zeitdauer in Kontakt ist. In der Säule befin-
det sich in jeder Stufe weiterhin ein Boden mit hydrophobem
Katalysator 23 zur Förderung der Isotopenaustauschreaktion
zwischen dem Wasserdampf und dem Wasserstoffgas, der getrennt
von und unterhalb des darüberliegenden Wasserdampf/Wasser-
30 Kontaktbodens 22 angeordnet ist, sowie eine Einrichtung zum
Aufsammeln, Durchleiten und Versprühen von Wasser, die aus
einem Behälter 25 zum Aufsammeln des aus dem darüberliegenden
Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens abtropfenden Wassers, einem
Wasserdurchflußkanal 26, der durch den darunterliegenden Ka-
35 talysatorboden 23 läuft, und aus einer Sprüheinrichtung 24
zum Versprühen des Wassers auf die Oberfläche des darunter-
liegenden Wasser-

- 1 dampf/Wasser-Kontaktbodens der nächstniedrigen benachbarten Stufe 22' besteht.

Der in der erfindungsgemäßen Isotopenaustauschersäule einge-
 5 setzte hydrophobe Katalysator kann mindestens ein Metall aus der VIII. Gruppe des Periodensystems enthalten. Der Katalysator ist auf porösen kugelförmigen oder zylindrischen Trä-
 gerteilchen (0,1 bis 5 mm Durchmesser) aufgebracht, die aus einem hydrophoben Material bestehen oder durch Behandlung
 10 hydrophob geworden sind. Beispielsweise ist auf den porösen hydrophoben Teilchen jeweils Platin abgeschieden. Das Katalysatorbett kann durch Auffüllen eines Raumes mit derartigen hydrophoben Teilchen mit Metallabscheidung oder durch Ein-
 bringen von metallhaltigen und durch Behandlung hydrophob
 15 gewordenen, geschäumten Körpern mit Wabenstruktur hergestellt werden.

Am Boden der Isotopenaustauschersäule wird Deuterium enthal-
 tendes Wasserstoffgas eingeleitet und das Gas strömt auf-
 20 wärts zum Kopf der Austauschersäule. Gleichzeitig wird Wasser über die Oberfläche der Wasserdampf/Wasser-Kontaktböden jeder Stufe gesprüht. In der bevorzugten Ausführungsform werden als Wasserdampf/Wasser-Kontaktböden Sulzer-Packungen, die eine feinvernetzte Struktur aus korrosionsbeständigem
 25 Stahl enthalten, verwendet. Es eignet sich hierzu auch jedes Füllmaterial, das üblicherweise als Kolonnenfüllkörper bei Destillationskolonnen Anwendung findet (z.B. Raschig-Ringe, MacMahon-Packungen oder Dixon-Packungen).

- 30 Die vorstehend genannten Sulzer-Packungen sind jedoch besonders bevorzugt (vgl. Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, 4. Auflage, Bd. 13, S. 402 f).

In den erfindungsgemäßen Isotopenaustauscherkolonnen wird das
 35 Wasser versprüht und es strömt mit einer niedrigen Geschwindigkeit durch die gesamte Dicke der Kolonnenfüllkörper, bei-

1 spielsweise der Sulzer-Packung. Das Wasserstoffgas steigt vom
Boden zum Kopf der Kolonne und es wird in jeder Stufe, während
es durch die Sulzer-Packungen 22' hindurchströmt, mit Wasser-
dampf angefeuchtet. Das auf diese Weise angefeuchtete Wasser-
5 stoffgas steigt empor und strömt durch das darüberliegende
Katalysatorbett 23 in der nächsthöheren angrenzenden Stufe.
Hier wird unter dem Einfluß des Katalysators ein Teil des
Deuteriums aus dem Wasserstoffgas durch die Isotopenaustau-
schreaktion zwischen dem Wasserdampf und dem Wasserstoff-
10 gas in den Wasserdampf übergeführt. Der auf diese Weise mit
Deuterium angereicherte Wasserdampf verläßt das Katalysator-
bett und steigt gemeinsam mit dem Wasserstoffgas weiter
empor. Das Wasserdampf/Wasserstoff-Gasgemisch strömt sodann
durch die perforierte Konusplatte (Trichter) 25 und kommt
15 mit dem langsam herabfließenden Wasser in der Sulzer-Packung
22 in Berührung. Danach kommt der mit Deuterium angereicher-
te Wasserdampf im Gegenstrom mit dem herabfließenden Wasser
in Kontakt, wodurch das Wasser entsprechend mit Deuterium an-
gereichert wird. Das auf diese Weise mit Deuterium angerei-
20 cherte Wasser trifft schließlich auf die untere Grundschrift
der Sulzer-Packung 22 und fließt in den konvergierenden
Behälter 25. Das hier aufgesammelte Wasser fließt den
Wasserdurchflußkanal 26 herab und erreicht die Einrichtung
zum Versprühen des Wassers 24, die sich über der Oberseite
25 der Sulzer-Packung 22' der nächstniedrigen Stufe befindet
und diese überdeckt. Sodann wird das Wasser auf die Oberflä-
~~darunterliegenden,~~
che des/nächstniedrigen Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens 22'
gesprüht. Der konvergierende Behälter 25 besteht vorzugswei-
se aus einem wasserabweisenden porösen Material, dessen Öff-
30 nungen klein genug sind, um Wasser nicht durchzulassen, je-
doch einen Gasdurchtritt ermöglichen. Durch die Einrichtung
zum Versprühen von Wasser 24 wird Wasser über die gesamte
Oberfläche des mit der Sulzer-Packung gefüllten Kolonnenbo-
dens versprüht. Das Wasser fließt kontinuierlich aus den Öff-
35 nungen der Sprinkeleinrichtung 24, wodurch verhindert wird,
daß das Gas durch diese Einrichtung direkt zum nächsthöheren

- 1 mit der Sulzer-Packung versehenen Kolonnenboden strömt. Dadurch wird erreicht, daß das feuchte Wasserstoffgas stattdessen durch das darüberliegende Katalysatorbett strömen muß.
- 5 Auf die vorstehend geschilderte Weise wird das die einzelnen Kolonnenstufen herabfließende Wasser Stufe um Stufe mit Deuterium angereichert.
- 10 Nachstehend sind die Charakteristika einer 5-stufigen Isotopenaustauschersäule gemäß der vorstehend beschriebenen Ausführungsform angegeben:
Als hydrophober Katalysator werden Styrol-Divinylbenzol-Copolymerisatteilchen (0,2 mm Durchmesser) verwendet, die
15 jeweils 0,5 Gewichtsprozent Platin tragen. Die hydrophoben Katalysatorteilchen sind auf jeder der Grundplatten der Katalysatorböden mit einer Höhe von 10 mm gepackt. Die Packungshöhe der Sulzer-Packung beträgt 150 mm auf jeder der Bodenplatten der einzelnen Wasserdampf/Wasser-Kontaktböden.
- 20 Schweres Wasser mit einer Konzentration von 9,40 Molprozent wird am Kopf der Kolonne eingegeben, während natürliches Wasserstoffgas mit einem Deuteriumgehalt von lediglich 100 ppm am Boden der Isotopenkolonne mit derselben molaren Durchflußgeschwindigkeit, wie das schwere Wasser, zugegeben wird.
- 25 Man bestimmt den Deuteriumgehalt des Wasserstoffgases, das am Kopf der Kolonne entnommen wird. Sodann wird der Wirkungsgrad " η " der Kolonne nach der folgenden Gleichung bestimmt:

$$\eta = \frac{y_t - y_o}{y_e - y_o} \times 100 (\%),$$

- 30 in der y_e den Deuteriumgehalt (Molfraktion) des Wasserstoffgases am Kopf der Kolonne bedeutet, wobei dieser Deuteriumgehalt für den Fall angenommen wird, daß der Isotopenaustausch im Katalysatorbett und der Isotopenaustausch in den
35 Wasserdampf/Wasser-Kontaktböden beide mit einem Wirkungsgrad von 100 % erfolgen. Die Symbole y_o und y_t kennzeichnen

- 1 den jeweiligen Deuteriumgehalt des Wasserstoffgases am Boden und am Kopf der Kolonne.

- 5 Aus der nachstehenden Tabelle I geht hervor, wie der Wirkungsgrad der Kolonne " η " von der Oberflächengeschwindigkeit des Wasserstoffgases abhängt.

Tabelle I

| 10 | Oberflächengeschwindigkeit des Wasserstoffgases (m/sec) | Druckverlust (mm H ₂ O) | Kolonnen-Wirkungsgrad η (%) |
|----|---|------------------------------------|----------------------------------|
| | 0,1 | 20 | 100 |
| | 0,2 | 30 | 100 |
| | 0,3 | 50 | 98 |

- 15 Diese Versuchsergebnisse zeigen, daß der Kolonnen-Wirkungsgrad nahezu unabhängig von der ansteigenden Durchflußgeschwindigkeit des Wasserstoffgases ist und daß der Druckverlust stets einen relativ geringen Wert hat.

- 20 Aus der Figur 3 geht eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Isotopenaustauschersäule hervor:

- 25 Ähnlich wie die Ausführungsform gemäß Figur 2 enthält die Isotopenaustauschersäule gemäß Figur 3 einen mehrstufigen Kolonnenkörper 31 und in jeder Stufe einen Wasserdampf/Wasser-Kontaktboden 32, durch den das Wasser mit einer derart langsamen Geschwindigkeit abwärts fließt, daß das absteigende Wasser mit dem aufsteigenden Wasserdampf während einer längeren Zeitdauer in Kontakt ist. Weiterhin enthält 30 die Säule in jeder Verfahrensstufe ein hydrophobes Katalysatorbett 33 zur Förderung der Isotopenaustauschreaktion zwischen dem Wasserdampf und dem Wasserstoffgas, das getrennt von und unterhalb des darüberliegenden 35 Wasserdampf/Wasser-Kontaktbodens angeordnet ist.

- 1 Schließlich enthält die erfindungsgemäße Austauschersäule in jeder Stufe eine Einrichtung zum Aufsammeln, Durchleiten und Versprühen (35, 36 und 34) von Wasser.
- 5 Wenn die Säule betrieben wird, fließt Deuterium enthaltendes Wasserstoffgas vom Boden zum Kopf der Säule, während das Wasser in der Gegenrichtung zum aufsteigenden Gas herunterfließt. Das Wasser wird wiederholt auf die Oberfläche eines jeden Wasserdampf-Wasser-Kontaktbodens 32, 32', die jeweils
10 mit einer Sulzer-Packung versehen sind, gesprüht, ebenso wie dies gemäß der Ausführungsform nach Figur 2 der Fall ist.

Genauer gesagt, wird das Wasserstoffgas, während es durch einen mit einer Sulzer-Packung gefüllten Kolonnenboden einer
15 tieferen Stufe strömt, mit Wasserdampf gesättigt. Anschließend strömt das auf diese Weise angefeuchtete Wasserstoffgas durch das Katalysatorbett 33, in dem der Isotopenaustausch zwischen dem Wasserdampf und dem Wasserstoff erfolgt, wobei das Deuterium aus dem Wasserstoffgas in den Wasserdampf über-
20 geführt wird. Daraufhin wird der mit Deuterium angereicherte Wasserdampf mit dem Wasserstoffgas in einen darüberliegenden, mit einer Sulzer-Packung gefüllten Kolonnenboden mitgeführt, wo der Wasserdampf mit dem herabfließenden Wasser während einer längeren Zeitdauer in Kontakt ist. Das Wasser wird ent-
25 sprechend mit Deuterium angereichert und es tropft von der Unterseite des mit einer Sulzer-Packung gefüllten Kolonnenbodens zu einer Fraktionierbodenglockenebene, die aus einer horizontalen Platte 38 und einer Mehrzahl von abgedeckten Rohren 35 besteht, die aus dieser horizontalen Platte auf-
30 steigt. Dann fließt das Wasser entlang der horizontalen Platte 38 und durch einen vertikalen Wasserdurchflußkanal 36 und erreicht eine Einrichtung zum Verteilen des Wassers 34, die sich oberhalb der gesamten Oberfläche des darunterliegenden, mit einer Sulzer-Packung versehenen Kolonnenbo-
35 den 32' der nächsttieferen Stufe erstreckt. Das Wasser wird über die Oberfläche dieses mit einer Sulzer-Packung verse-

henen Kolonnenbodens gesprüht. Auf diese Weise wird das von einer Stufe zur nächsttieferen fließende Wasser in ansteigendem Maße mit Deuterium angereichert.

Nachstehend sind die Charakteristika einer 5-stufigen Isotopenaustauschersäule gemäß Figur 3 angegeben:

Das Katalysatorbett enthält eine 55 mm dicke Schicht aus porösem Polytetrafluoräthylen (Teflon[®])-Teilchen (3 mm Durchmesser), die jeweils mit 0,5 Gewichtsprozent Platin beladen sind. Alle weiteren Bedingungen entsprechen den vorstehend beschriebenen Versuchsbedingungen gemäß der Ausführungsform nach Figur 2. Die Versuchsergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle II zusammengefaßt.

Tabelle II

| <u>Oberflächengeschwindigkeit des Wasserstoffgases (m/sec)</u> | <u>Druckverlust (mm H₂O)</u> | <u>Kolonnen-Wirkungsgrad η (%)</u> |
|--|---|--|
| 0,1 | 5 | 100 |
| 0,2 | 6 | 100 |
| 0,3 | 8 | 97 |
| 0,4 | 12 | 90 |
| 0,5 | 18 | 87 |
| 0,6 | 25 | 84 |
| 0,8 | 40 | 80 |
| 1,0 | 60 | 75 |

Wie vorstehend erwähnt, können die bekannten Isotopenaustauschersäulen gemäß Figur 1 nicht betrieben werden, sofern die Oberflächengeschwindigkeit des Wasserstoffgases über 0,3 m/sec erhöht wird, weil in diesem Falle das Gas das Wasser in das darüberliegende Katalysatorbett mitreißen würde. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine derartige Störung nicht vorkommen.

1 Aus Tabelle II geht auch hervor, daß kein merklicher Ab-
fall der Kolonnen-Wirksamkeit auftritt, sofern die Fließge-
schwindigkeit des Wasserstoffgases dreimal so hoch ist, wie
die zulässige Obergrenze bei der bisher bekannten Isotopen-
5 austauschersäule. Dies bedeutet, daß die erfindungsgemäße
Isotopenaustauschersäule mit nur einem Drittel des Kolonnen-
anteils in der Lage ist, schweres Wasser mit der gleichen
Herstellungsgeschwindigkeit zu erzeugen, wie die bekannte
Isotopenaustauschersäule, so daß die Konstruktionskosten ent-
10 sprechend gesenkt werden. Weiterhin weist die erfindungsge-
mäßige Isotopenaustauschersäule den Vorteil auf, daß der Druck-
abfall so gering ist, daß man den Wasserstoffgas-Pumpdruck
erniedrigen kann.

15 Obwohl die Erfindung vorstehend in ihrer Ausführungsform
zur Herstellung und Verwendung von schwerem Wasser beschrie-
ben wurde, sind diese Ausführungsformen nicht als Einschrän-
kung gedacht. Es ist für den Fachmann offensichtlich, daß
die erfindungsgemäße Isotopenaustauschersäule in ähnlicher
20 Weise, beispielsweise zur Eliminierung von Tritium aus schwe-
rem oder leichtem Wasser, verwendet werden kann.

25

30

35

-14-
Leerseite

FIG. 1

(Stand der Technik)

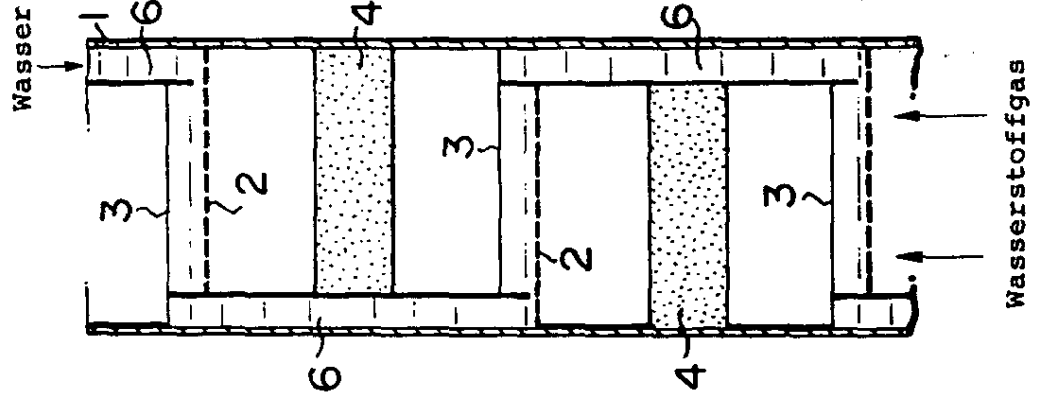


FIG. 2

Wasser

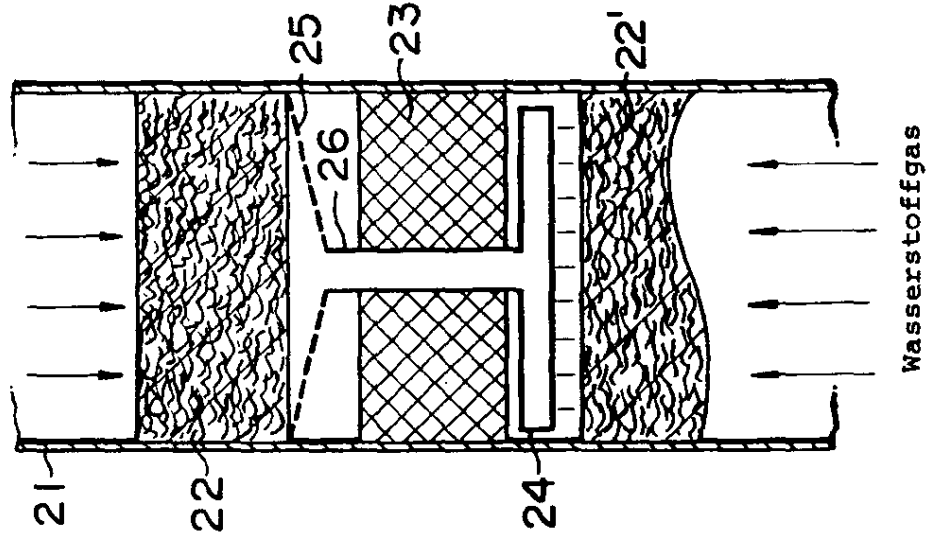


FIG. 3

Wasser

